



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 41 29 702 C 2

⑤① Int. Cl.⁵:
G 01 B 11/14
G 01 C 5/00

②① Aktenzeichen: P 41 29 702.4-52
②② Anmeldetag: 6. 9. 91
④③ Offenlegungstag: 1. 10. 92
④⑥ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 11. 8. 94

DE 41 29 702 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③① Innere Priorität: ③② ③③ ③①
25.03.91 DE 41 10 187.1

⑦③ Patentinhaber:
Heidelberger Druckmaschinen AG, 69115
Heidelberg, DE; Visolux-Elektronik GmbH, 10969
Berlin, DE

⑦② Erfinder:
Buck, Helmut, 6905 Schriesheim, DE; Bergann,
Ludwig, Dr., 1000 Berlin, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 39 19 917 A1
DE 35 02 634 A1
DE 32 07 382 A1

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur optischen Messung der Differenzentfernung zwischen zwei Objekten

DE 41 29 702 C 2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur optischen Messung der Differenzentfernung zwischen zwei Objekten bezogen auf eine vorgegebene Richtung mittels optischer Triangulation.

Bei einem solchen Verfahren wird zur Entfernungsmessung das interessierende Objekt mit optischer Strahlung mittels eines Senders bestrahlt und die Winkelbeziehung der vom Objekt zurückgestreuten Strahlung vom Sensor mit einer positionsempfindlichen Photoempfangsanordnung ausgewertet.

Bei einer Vielzahl von Anwendungsfällen ist bei der Entfernungsmessung von Objekten weniger die absolute Entfernung interessant, als vielmehr die relative Lage von beispielsweise zwei Objekten zueinander.

Dies ergibt sich bei Positionier- und Nachföhraufgaben in der Stahlindustrie, bei Verpackungsmaschinen, in der Papier- und Druckindustrie, im Bauwesen etc. Wird z. B. an einer Druckmaschine während des Maschinenlaufs ein neuer Papierstapel mit einem Hilfsstapel vereinigt, so muß auch hier die relative Lage von beiden gemessen und der neue Papierstapel positioniert werden.

Für derartige Aufgaben werden bekannte optische Triangulationssensoren und Stellmittel eingesetzt, wobei die relative Lage zweier Objekte aus der Differenz der Ausgangssignale zweier solcher Sensoren ermittelt wird. Entscheidender Nachteil eines solchen Vorgehens ist, daß Meßfehler, die unabhängig in beiden Sensoren auftreten, zu einer erheblichen Vergrößerung der Meßfehler führen und unter Umständen den Einsatz dieser Meßmethode unmöglich machen.

Insbesondere müssen von derartigen Geräten ein sehr guter Kennliniengleichlauf und besonders geringe Drift- und Alterungserscheinungen gefordert werden, was die Geräte sehr aufwendig macht und in vielen Fällen an physikalische Grenzen stoßen läßt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Meßverfahren anzugeben und eine Vorrichtung zu schaffen, mit der der relative Abstand zweier Objekte auf optischem Wege genau erfaßt werden kann, weitgehend unabhängig vom absoluten Abstand beider Objekte vom Meßgerät.

Dieses Ziel sollte außerdem mit deutlich geringerem Aufwand erreicht werden, als bei der Verwendung zweier bekannter Abstandssensoren und ferner mit besserer Genauigkeit der Abstandsdifferenz.

Erfindungsgemäß wird dieses Ziel durch ein Verfahren erreicht, bei dem ein erstes und ein zweites Sendestrahlensbündel, die zueinander und zur vorgegebenen Richtung parallel verlaufen, jeweils eines der Objekte bestrahlen, ein entsprechend erstes und zweites Empfangsstrahlenbündel aus von den Objekten zurückgeworfenem Licht über optische Mittel aufgenommen und auf eine gemeinsame positionsempfindliche Photoempfängeranordnung abgebildet werden, die beiden Send- und Empfangsstrahlenbündel zwei Triangulationsebenen aufspannen, die in Abstand zueinander parallel verlaufen, die Lagen der Abbildungsschwerpunkte auf der Photoempfängeranordnung als Maß für die Differenzentfernung ausgewertet werden, und die Bestrahlung der Objekte durch die jeweiligen Sendestrahlensbündel im zeitlichen Wechsel erfolgt.

Zu diesem Zweck werden die empfängerseitigen Strahlenbündel, z. B. über Spiegel so geführt, daß beide auf ein und dieselbe positionsempfindliche Photoempfängeranordnung gelangen, die als Doppelphotodiode-

nanordnung, PSD (Position Sensitive Detector) oder auch als CCD-Zeile ausgeführt sein kann. Die Zuordnung der Meßwerte beider Tastobjekte wird durch abwechselndes Zuschalten der Strahlungssender und dazu synchrone Übergabe der Meßwerte (Synchrondemodulator) an einen Differenzbildner erreicht. Es ist dadurch neben den Entfernungsmesssignalen der Objekte die Ausgabe eines hochgenauen Differenzentfernungssignals möglich. Die in derartigen Meßgeräten dominierenden Meßfehler, wie differierende Kennliniennichtlinearitäten, thermische und alterungsbedingte Drifterscheinungen sind somit weitgehend ausgeschaltet, da nur ein einziger analoger elektronischer Meßkanal benutzt wird. Fehler durch mechanische Unstabilitäten des optischen Aufbaues lassen sich durch geeignete Konstruktion und Werkstoffwahl genügend klein halten.

Remissionsgradänderungen der Objekte, unterschiedliche Transmission der optischen Strahlengänge (Verschmutzung, Erblindung optischer Oberflächen, Leistungseinbuße der Sender) werden durch die Auswertung über einen Meßkanal ebenfalls eliminiert (Quotientenbildung).

Neben den genannten technischen Vorteilen bietet die erfindungsgemäße Lösung auch wirtschaftliche, verglichen mit der Verwendung zweier separater optischer Abstandssensoren. Der elektronische Aufwand verringert sich bei bedeutend verbesserter Meßgenauigkeit auf fast die Hälfte, während an optischen Bauelementen lediglich vier kostengünstige Oberflächenspiegel hinzukommen.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur optischen Messung der Differenzentfernung zwischen zwei Objekten wird ein einfacher Aufbau der Sensoreinheit erreicht, die lediglich ein Stellsignal erzeugt, das unmittelbar zur Positionierung von zusammenzuföhrnden Objekten benutzt werden kann. Insbesondere beim Zusammenföhren von zwei Stapeln, z. B. aus Papier, in einer Verarbeitungsmaschine kann eine genaue Positionierung der beiden Stapel zueinander erreicht werden, die ein störungsloses Arbeiten der Maschine gewährleistet, ohne daß in der Verarbeitung Ungenauigkeiten auftreten.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Fig. 1 bis 5 beispielsweise beschrieben.

Fig. 1 zeigt das Wirkprinzip der Signalverarbeitung. Von einer Taktgeberschaltung 7 werden über Treiberschaltungen 5, 6 Strahlungssender 3, 4, vorzugsweise Halbleiterstrahler wie LED, IRED oder Laserdioden, im zeitlichen Wechsel angesteuert.

Fig. 2 und 3 zeigen schematische Darstellungen der Strahlengänge (Fig. 3 ist eine um 90° gedrehte Darstellung der Anordnung nach Fig. 2).

Fig. 4 und 5 zeigen Vorrichtungen zum Durchföhren des Verfahrens bei Zusammenföhren von Objekten.

Wie in Fig. 1 wiedergegeben, sind den beiden Objekten 1, 2 Strahlungssender 3, 4 zugeordnet, die zwei Strahlenbündel 15, 16 aussenden, die zurückgeworfen als Empfangsstrahlenbündel 17, 18 von einem Empfänger 8 empfangen werden. Über Treiberschaltungen 5, 6 werden die beiden Strahlungssender 3, 4 in zeitlichem Wechsel angesteuert. Der Taktgeber 7 liefert hierzu den zeitlichen Takt.

Auf den Empfänger 8 folgen Verstärker und Synchrondemodulator 9 sowie Quotientenbildner 10 zur Unterdrückung von Fremdlicht, Senderalterung, Remissionsgradänderungen und Verschmutzung sowie zur Kennlinienentzerrung. Diese Komponenten wirken auf beide Signale 17, 18 in gleicher Weise, so daß ihr Drift-

verhalten kompensiert ist. Der nachfolgende Synchron-
demodulator 11 wird vom Senderumschalttakt gesteu-
ert, und seine Ausgangsspannung entspricht der Diffe-
renz der einzelnen Entfernungssignalspannungen E1
und E2. Ein Tiefpaß 12 dient der Unterdrückung des 5
Senderumschalttaktes in der Differenzsignalspannung
D.

Zweck der Spiegelanordnung 22, 23 ist, daß sich die
über Linsen 13, 14, 19, 20 fokussierten und über Spiegel
21, 24 umgelenkten Empfangsstrahlenbündel 17, 18 in 10
der Projektion nach Fig. 2 in der Empfängerebene 8
schneiden, während sie sich bei Variation des Objektab-
standes in der Ansicht nach Fig. 3 auf der Empfänger-
längsachse bewegen. Daher liegen die Schwerpunkte
der Abbildungen in Abhängigkeit von der Entfernung 15
der Objekte 1, 2 auf unterschiedlichen Punkten der
Empfängerlängsachse 8 (Fig. 3). Sie bewirken entspre-
chend dieser Lagedifferenzen unterschiedliche Signale
an den Empfängeranschlüssen, die einer Signalverarbei-
tung unterworfen werden mit dem Ziel, am Ausgang ein 20
nur der Entfernungsdifferenz der Tastobjekte propor-
tionales Signal (in analoger oder digitaler Form) zu er-
halten.

In einer weiteren Ausführung des Auswertesystems
kann ein Teil der Verarbeitungselektronik (Komponenten 25
7, 9, 10, 11, 12) durch eine Mikroprozessorensteue-
rung ersetzt werden, die die Signalwerte digital verar-
beitet und durch eine Lernphase nach der ersten Inbe-
triebnahme (spezielle Systemparameter werden auf
ROM gespeichert) stabile Restfehler noch weiter ver- 30
ringert. Der Meßwert D steht dann direkt als digitales
Äquivalent zur Verfügung.

Fig. 4 zeigt schematisch ein Anwendungsbeispiel bei
einer Druckmaschine, bei der ein Hilfsstapel 25 auf einer
Hilfsstapeleinrichtung 26 gelagert ist, wobei jeweils die 35
obersten Papierbogen von dem Hilfsstapel entnommen
und der Druckmaschine zugeführt werden. Unterhalb
des Hilfsstapels 25 ist ein neuer Papierstapel 27 gezeigt,
der auf einer Stapelhubeinrichtung 28 abgelegt ist. In
der Sensor- und Steuereinheit 29 sind die in den Fig. 1 40
bis 3 beschriebenen Komponenten enthalten. Die Meß-
werte D werden hier in Steuersignale verarbeitet, die
über die Zuleitungen 30, 31 Stellmotoren 32, 33 zuge-
führt werden. Hierbei ist der Stellmotor 32 der Hilfssta-
peleinrichtung 26 und der Stellmotor 33 der Stapelhu- 45
beinrichtung 28 zugeordnet. In Fig. 4 ist übertrieben
wiedergegeben, daß der Hilfsstapel 25 und der neue
Papierstapel 27 in unterschiedlichen Richtungen schräg
aufgesetzt sind. Nach Verarbeitung der Meßsignale sind
gemäß Fig. 5 die beiden Stapel 25, 27 seitlich so ausge- 50
richtet, daß die untere Fläche des Hilfsstapels 25 und die
obere Fläche des neuen Papierstapels 27 übereinstim-
men. Beim Auflegen des Hilfsstapels 25 auf den neuen
Papierstapel 27 und beim Weiterverarbeiten der oberen
Lagen Papierbogen entsteht im Bereich der Auflage- 55
ebene zwischen beiden Stapeln kein plötzlicher Seiten-
versatz, der die Steuer- und Regelung der Druckmaschi-
ne belasten würde.

Patentansprüche

1. Verfahren zur optischen Messung der Differen-
zenz zwischen zwei Objekten bezogen auf
eine vorgegebene Richtung mittels optischer Tri-
angulation, bei dem 65

- ein erstes und ein zweites Sendestrahlen-
bündel, die zueinander und zur vorgegebenen
Richtung parallel verlaufen, jeweils eines der

Objekte bestrahlen,

- ein entsprechend erstes und zweites Emp-
fangsstrahlenbündel aus von den Objekten zu-
rückgeworfenem Licht über optische Mittel
aufgenommen und auf eine gemeinsame posi-
tionsempfindliche Photoempfängeranordnung
abgebildet werden,

- die beiden Sende- und Empfangsstrahlen-
bündel zwei Triangulationsebenen aufspan-
nen, die in Abstand zueinander parallel verlau-
fen,

- die Lagen der Abbildungsschwerpunkte auf
der Photoempfängeranordnung als Maß für
die Differenzentfernung ausgewertet werden,
und

- die Bestrahlung der Objekte durch die je-
weiligen Sendestrahlenbündel im zeitlichen
Wechsel erfolgt.

2. Vorrichtung zur optischen Messung der Diffe-
renzentfernung zwischen zwei Objekten bezogen
auf eine vorgegebene Richtung mittels optischer
Triangulation mit

- zwei separaten Strahlungssendern, die ein
erstes und ein zweites Sendestrahlenbündel
aussenden, die zueinander und zur vorgegeben-
en Richtung parallel verlaufen,

- optischen Mitteln, die ein entsprechend er-
stes und zweites Empfangsstrahlenbündel auf-
nehmen und auf eine gemeinsame positions-
empfindliche Photoempfängeranordnung ab-
bilden,

- wobei die beiden Sende- und Empfangs-
strahlenbündel zwei Triangulationsebenen
aufspannen, die in Abstand zueinander parallel
verlaufen,

- einem Taktgeber zur Ansteuerung der
Strahlungssender im zeitlichen Wechsel, und

- einer zugehörigen Auswerteeinheit.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet
durch eine Auswerteeinheit mit einem einzigen
analogen elektronischen Auswertekanal.

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch
gekennzeichnet, daß als Strahlungssender LED,
IRED oder Halbleiterlaser und als Photoempfänge-
ranordnung Doppelphotodioden, positionsemp-
findliche Empfänger (PSD) oder CCD-Zeilen ein-
gesetzt sind.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß für die Auswertung
eine Mikroprozessorsteuereinheit eingesetzt ist, die
durch Lernen individuelle Restfehler der Vorrich-
tung kompensiert.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
gekennzeichnet durch Stellmittel, denen ein Diffe-
renzentfernungssignal zugeleitet wird und die zu-
sammenzuführende Objekte in ihrer Lage zueinan-
der so verstellen, daß deren Berührungsflächen zu-
einander justiert sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die zusammenzuführenden Objekte
ein Hilfsstapel und ein neuer Papierstapel einer
Druckmaschine sind, denen als Stellmittel Stellmo-
toren zugeordnet sind, über die die seitlichen Lagen
der Stapel zueinander veränderbar sind, und daß
das Differenzentfernungssignal bis zur Zusammen-
führung der beiden Stapel über eine Steuereinheit
die beiden Stellmotoren derart steuert, daß die un-
tere Fläche des Hilfsstapels zur oberen Fläche des

neuen Papierstapels justiert wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig.1

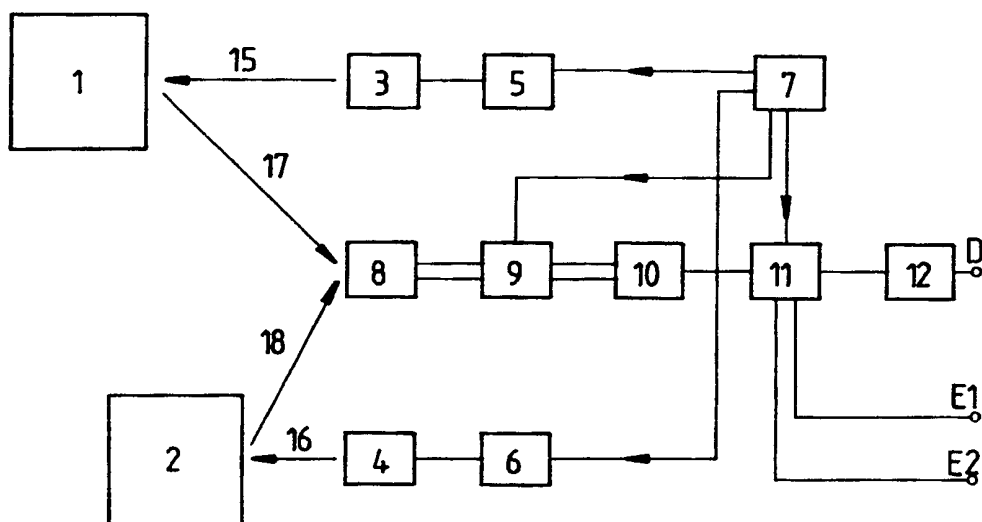


Fig. 2

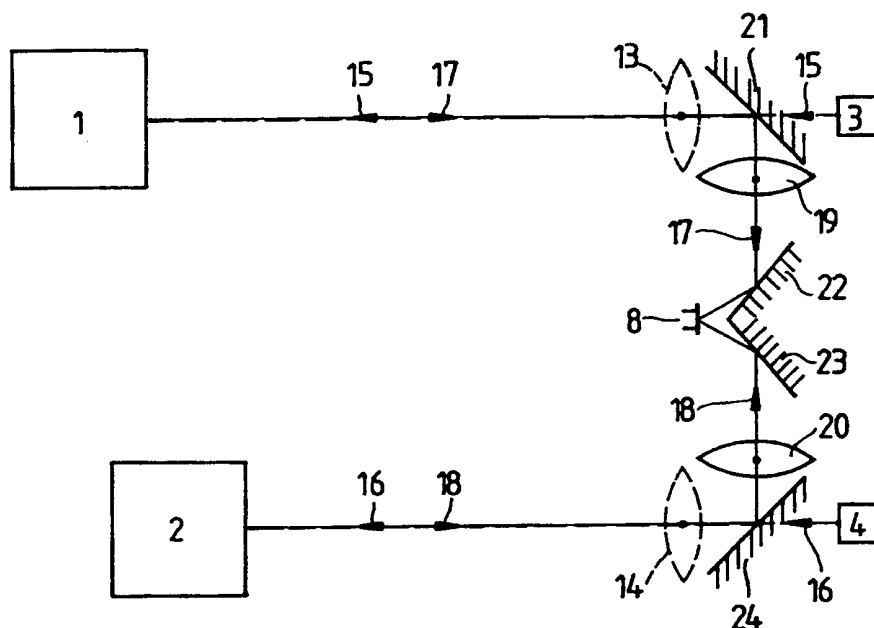


Fig. 3

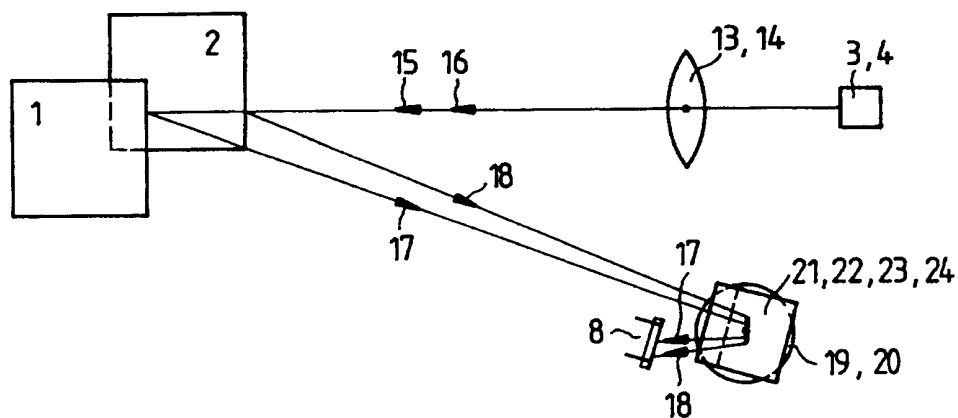


Fig.4

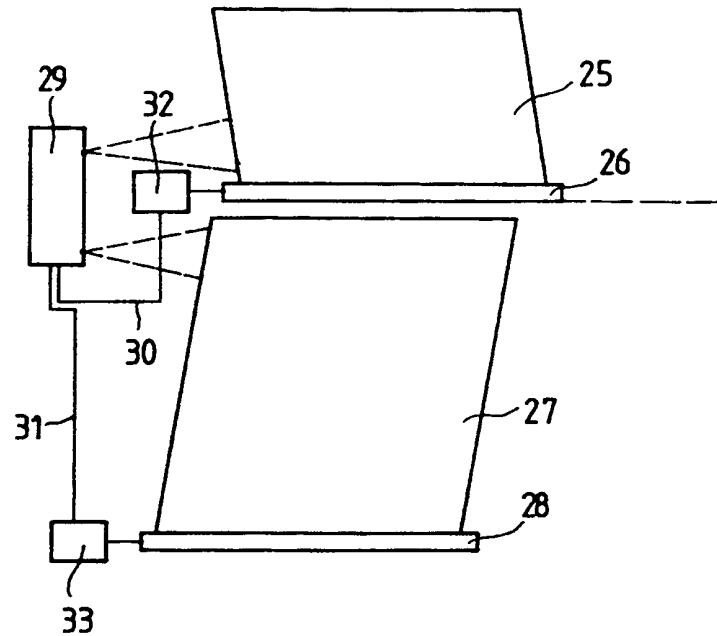
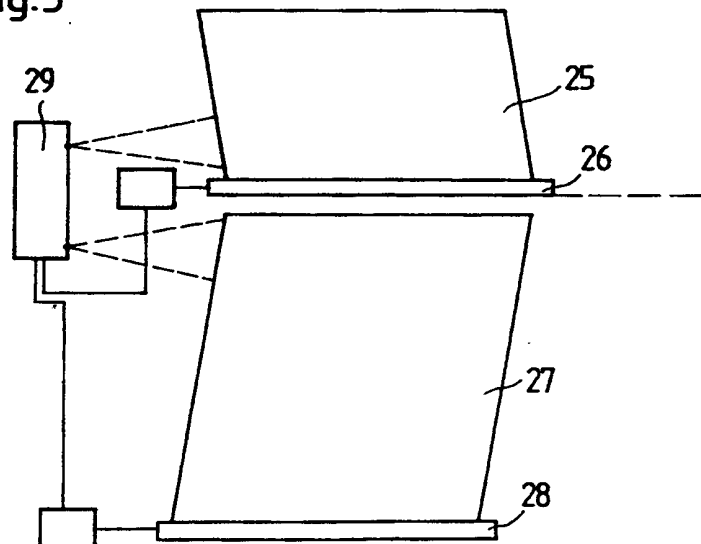


Fig.5



- Leerseite -